



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 100 33 483 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 B 7/36**  
G 02 B 23/00  
G 01 C 3/04

②① Aktenzeichen: 100 33 483.0-51  
②② Anmeldetag: 10. 7. 2000  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 3. 1. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

ZSP Geodätische Systeme GmbH, 07745 Jena, DE

⑦② **Erfinder:**

Marold, Thomas, Dipl.-Phys., 07747 Jena, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

DE	195 00 817 C1
DE	196 14 235 A1
DE	195 49 048 A1

⑤④ **Verfahren zur Autofokussierung für Fernrohre von Vermessungsgeräten**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, die mit Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD-Zeilen und/oder -Matrizen sowie CMOS-Bildsensoren, ausgerüstet sind. Ausgehend von dem Pixel, das der optischen Achse am nächsten gelegen ist, wird die lokale Signalamplitude aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal bis zum nächsten lokalen Maximum und Minimum berechnet. Dabei wird, solange diese lokale Signalamplitude wesentlich kleiner als das maximale Signal ist und sich das Fokussierglied des Fernrohrobjektivs in Fokussierstellung für kurze Zielweiten befindet, dieses Fokussierglied in großen Schritten verschoben. Je nach Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximalsignal und der Lage (Position) des Fokussiergliedes im Bereich größerer Zielweiten wird die Schrittweite verkürzt. Bei einer bestimmten Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximalsignal wird zusätzlich die Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) jeweils aus einigen Pixeln des Signals und geeigneten Vergleichsstrukturen gebildet und bei einem bestimmten Verhältnis einer aus der KKF gebildeten Bezugsfunktion zur lokalen Signalamplitude eine mit der optischen Tiefenschärfe vergleichbare Schrittweite gewählt und auf das Maximum der KKF fokussiert.

DE 100 33 483 C 1

DE 100 33 483 C 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, und ist für Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD-Zeilen und Matrizen sowie CMOS-Bildsensoren, geeignet.

[0002] Autofokussysteme für Vermessungsgeräte sind bekannt. Die DE-OS 196 14 235 beschreibt einen Autofokus für ein Nivellier. Eine hinter der Bildebene liegende Zusatzoptik dient dabei zur Erfassung der Scharfeinstellung mittels zweier Abbildungsobjektive, die Objektbilder auf zwei Liniensensoren erzeugen. Weiterhin sind Mittel zur Erfassung der Fokussierlinienposition erforderlich.

[0003] In diesem Zusammenhang ist die DE-OS 195 49 048 zu sehen, die mittels eines Strahlenteilers eine zur Bildebene äquivalente Ebene für das Fokuserfassungssystem erzeugt. Diese Lösung hat den Nachteil, daß sie nicht ohne weiteres auf ein Digitalnivellier übertragbar ist.

[0004] Aus der DE-PS 34 24 806 sowie der "Zeitschrift für Vermessungswesen und Raumordnung", April 1995, Seiten 65 bis 78, ist es bekannt, in Digitalnivellieren Strahlenteiler zur Erzeugung einer zweiten Bildebene für die zur Auswertung erforderliche CCD-Zeile zu verwenden. Eine zusätzliche Autofokusoptik würde dann eine dritte äquivalente Bildebene erfordern, wenn weiterhin mit dem Fernrohr visuell beobachtet werden soll.

[0005] Aus der EP 576 004 ist ein Digitalnivellier mit Autofokus bekannt, bei dem auf eine maximale gemessene oder durch lineare Interpolation errechnete Amplitude der Fouriertransformierten des Detektorsignals in einem Grob- und Feinschrittraster fokussiert wird. Auch diese Lösung ist problematisch. Die Fouriertransformation eines Meßbildes kann je nach Zielweite zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wenn, wie bei Digitalnivellieren erforderlich, das Abtasttheorem nicht für alle vorkommenden Lattenstriche über den gesamten Zielweitenbereich eingehalten werden kann.

[0006] Die JP-OS 4-93 711 beinhaltet einen Autofokus für eine an ein Tachymeterfernrohr über einen Strahlenteiler angeschlossene CCD-Kamera. Eine Fokussierlinse wird motorisch so eingestellt, daß die Bildgröße des abgebildeten Objekts minimal ist. Auch diese Lösung sichert nicht unbedingt optimale Bildschärfe, da das Minimum relativ breit sein kann und deshalb schwer erfaßbar ist.

[0007] Die US 54 81 329 beschreibt eine Autofokuseinrichtung mit einer Zusatzabbildung nach der Bildebene auf vier Sensoren und Korrelation der gegenüberliegenden, entstandenen Bilder. Als Kontrastwert wird die Summe aus der Differenz jeweils benachbarter Pixel genommen. Je nach Erfolg stehen weitere Filter für andere Ortsfrequenzen zur Verfügung. Je nachdem, ob ein Objekt ein kontrastreiches oder kontrastarmes Bild erzeugt, wird der Gleichlichtanteil vollständig oder unvollständig entfernt. Nachteilig und aufwendig an dieser Einrichtung ist die erforderliche Zusatzoptik.

[0008] Aus der US 57 15 483 ist bekannt, zunächst Messungen in großen Schrittweiten über den gesamten Fokussierbereich durchzuführen, wobei das Maximum des Ausgangssignals eines Breitbandfilters als Kriterium genutzt wird. In einem zweiten Schritt wird dann in einem kleineren Bereich um den Wert des Maximums mit kleineren Schritten mit einem Hochpaßfilter als Kriterium gesucht. Damit will man vermeiden, daß Nebenmaxima einer für den Autofokus relevanten Funktion zu einer falschen Fokuseinstellung führen. Auch dieser Lösung haften Nachteile an. So muß zunächst über den gesamten Bereich fokussiert werden, um

mit einem Breitbandfilter ein Maximum zu finden. Wenn so kein Maximum gefunden werden kann, muß im zweiten Schritt ein Tiefpaßfilter anstelle eines Hochpaßfilters verwendet werden. Die ganze Verfahrensweise ist umständlich und aufwendig.

[0009] Es ist allgemein bekannt, daß bei optimaler Fokussierung der Bildkontrast maximal ist. Aus der DE 195 00 817 ist weiterhin bekannt, Kanten als Objekte größten Kontrastes im Bild als lokales Maximum oder Minimum der Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) einiger Pixel des Bildinhaltes mit einer Idealkante zu finden.

[0010] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik weitestgehend zu beseitigen, ein Autofokussteuersignal zu gewinnen, und den Punkt (Zustand) optimaler Fokussierung des Fernrohres zu bestimmen, ohne zusätzliche optische Mittel einzusetzen und ohne notwendigerweise den Fokussierbereich vollständig überfahren zu müssen.

[0011] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den im ersten Patentanspruch angegebenen Mitteln gelöst. In den Unteransprüchen sind Einzelheiten und Ausgestaltungen der Erfindung dargelegt.

[0012] So ist es für Bilder von zweidimensionalen Bildempfängern vorteilhaft, die Berechnungen in Richtung der Zeilen, der Spalten oder gleichzeitig in beiden Richtungen durchzuführen.

[0013] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Fokussierweg bis zur nächsten Messung als Produkt aus dem Verhältnis des maximalen Signals zur lokalen Signalamplitude, der Fokussstellung in Bezug auf die Stellung bei Fokussierung auf unendlich und einer Konstante ermittelt wird.

[0014] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn als Vergleichsstruktur für die KKF eine ideale Kante vorgesehen ist. Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Bezugsfunktion das Maximum der KKF ist.

[0015] Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 die Signaldarstellung einer CCD-Zeile bei völlig defokussiertem Bild,

[0017] Fig. 2 die Signaldarstellung einer CCD-Zeile bei defokussiertem Bild, jedoch mit schon erkennbarem Bildinhalt,

[0018] Fig. 3 die Signaldarstellung einer CCD-Zeile bei fokussiertem Bild,

[0019] Fig. 4 ein Flußdiagramm für den ersten Teil des im Beispiel beschriebenen Autofokusalgorithmus und

[0020] Fig. 5 ein Flußdiagramm für den zweiten Teil des im Beispiel beschriebenen Autofokusalgorithmus.

[0021] Die Fig. 1 zeigt das Meßbild der CCD-Zeile eines Digitalnivelliers bei völliger Defokussierung. Die x-Achse 1 zeigt fortlaufend die Pixelnummer  $i$  von 0 bis 1799. Auf der y-Achse 2 ist die Helligkeit des jeweiligen Pixels  $Y_i$  in willkürlichen Einheiten aufgetragen. Der Wert 255 bedeutet kein Signal (schwarz), der Wert 0 bedeutet maximales Signal (weiß), womit sich eine Negativdarstellung ergibt. Die eigentliche Meßkurve 3 zeigt somit die Helligkeit als Funktion der Pixelnummer  $Y_i = f(i)$ .

[0022] Aufgrund der Defokussierung sind in Fig. 1 nur zwei wesentliche Merkmale zu erkennen. Die Funktionswerte am Zeilenanfang 4 und am Zeilenende 6 werden hier näherungsweise als Dunkelsignal  $Y_D$  gewertet ( $Y_1$  bzw.  $Y_{1799} = Y_D$ ).

[0023] Die Meßbilder gemäß den Fig. 1 bis 3 wurden mit einem Digitalnivellier aufgenommen, bei dem konstruktionsbedingt nur wenig Licht an den Anfang oder das Ende der CCD-Zeile gelangen kann. Prinzipiell ist es natürlich auch möglich, das Dunkelsignal aus einer separaten Messung zu bestimmen. Das zweite wesentliche Merkmal ist die

hellste Stelle 5 im Fig. 1,  $Y_{720} = Y_{\min}$

[0024] Die hellste Stelle ergibt sich in diesem Beispiel etwa am Pixel 720. Das Signal  $Y_{\min}$  wird in bekannter Weise zur Belichtungssteuerung verwendet.  $Y_{\min}$  muß innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden. So darf es zum Beispiel nicht Null werden, da dann die CCD-Zeile überbelichtet wird.

[0025] Der erste für die Fokussierung wesentliche Wert, der aus dem Meßbild gewonnen wird, ist das maximale Signal  $S_1$ :

$$S_1 = Y_D - Y_{\min} \quad (1)$$

[0026] Aus Fig. 1 kann man daraus ableiten, daß  $Y_D = 210$  und  $Y_{\min} = 100$  sind. Somit ergibt sich  $S_1$  zu 110.

[0027] Anhand der Fig. 2 wird nun die Gewinnung des zweiten Wertes aus dem dargestellten Meßbild erläutert. In dieser Fig. 2 wird eine Signaldarstellung einer CCD-Zeile bei defokussiertem Bild gezeigt. Ein gewisser Bildinhalt ist hier bereits erkennbar. Das Pixel 10 auf der Kurve, das der optischen Achse am nächsten kommt, sei das Pixel  $i = 900$ . Es wird im folgenden als Mittelpixel (MPX) bezeichnet. Es wird, ausgehend vom MPX, die lokale Signalamplitude 52 aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal bis zum nächsten lokalen Maximum  $Y_{\max}$  und Minimum  $Y_{\min}$  berechnet. Dazu wird  $i$  ausgehend von  $i = \text{MPX}$  solange verringert, bis sich entweder ein lokales Maximum oder ein lokales Minimum ergibt, so daß folgende Vorschriften oder Regeln vorgesehen werden:

$i$  von  $i = \text{MPX}$  in Schritten  $-1$  fallend, maximal  $N$  Schritte, (2)

solange  $Y_i \leq Y_{i+1}$ , das letzte  $i$  ergibt  $Y_{\min}$  oder

$i$  von  $i = \text{MPX}$  in Schritten  $-1$  fallend, maximal  $N$  Schritte, (3)

solange  $Y_i \geq Y_{i+1}$ , das letzte  $i$  ergibt  $Y_{\max}$

[0028] Anschließend wird  $i$  von MPX aus vergrößert, so daß:

$i$  von  $i = \text{MPX}$  in Schritten  $+1$  ansteigend, maximal  $N$  Schritte (4)

solange  $Y_{i+1} \geq Y_i$ , das letzte  $i$  ergibt  $Y_{\max}$  oder

$i$  von  $i = \text{MPX}$  in Schritten  $+1$  ansteigend, maximal  $N$  Schritte (5)

solange  $Y_{i+1} \leq Y_i$ , das letzte  $i$  ergibt  $Y_{\min}$  wobei für die Regeln (4) oder (5) nur das jeweilig umgekehrte Kleiner- oder Größerzeichen ausgewertet wird, wie in der Regel (2) oder (3) realisiert.

[0029] Die Zahl  $N$ , über die die Regeln (2) bis (5) maximal laufen dürfen, ergibt sich aus der halben Strukturbreite des bei der kürzesten Zielweite zu fokussierenden Gegenstandes. In diesem Beispiel sei  $N = 180$ . Dieser Wert ergibt sich aus den Strukturbreiten der abgebildeten Digitalniveaumessplatte.

[0030] Falls sich jedoch nach den Regeln (2) bis (5) in beiden Richtungen ein Maximum bzw. ein Minimum ergibt, wird  $Y_{\text{MPX}} = Y_{\min}$  bzw.  $Y_{\text{MPX}} = Y_{\max}$ .

[0031] In weiterer Verfeinerung der Regeln (2) bis (5) kann zur Rauschunterdrückung eine lokal von der monotonen Folge abweichend, andere Amplitude von ca.  $\pm 3$  Ampli-

tudenschritten zugelassen werden.

[0032] Die lokale Signalamplitude ergibt sich somit zu:

$$S_2 = Y_{\max} - Y_{\min} \quad (6)$$

[0033] In Fig. 2 sei ein Pixel 12 dasjenige mit dem lokalen Maximum ( $Y_{\max}$ ) bei  $i = 800$  und ein Pixel 11 dasjenige mit dem lokalen Minimum ( $Y_{\min}$ ) bei  $i = 950$ . Es gilt:

$$Y_{\max} = Y_{800} = 140$$

$$Y_{\min} = Y_{950} = 80$$

Somit ergibt sich  $S_2 = Y_{800} - Y_{950} = 60$ .

[0034] Die erste Beziehung (Formel) zur Fokussierung lautet wie folgt:

$$\text{Fokussierweg} = (S_1/S_2) \times \text{Fokusstellung} \times \text{Konstante} \quad (7)$$

[0035] Dabei gelten folgende Regeln bzw. Festlegungen:  $S_1/S_2$  wird auf einen Maximalwert begrenzt, z. B. 4 Fig. 4). Fokusstellung normiert auf den Fokussierweg = 1; Unendlich hat den niedrigsten Wert (= 0).

[0036] In der Fig. 1 ist  $S_1 = 110$ ,  $S_2 = 20$ . Somit wird  $S_1/S_2 = 5.5$ . Wird als Konstante z. B. 0.05 gewählt, kann mit diesen Werten bei einer Fokusstellung nahe 1 (kürzeste Zielweite) ein Fokussierweg von 0.28 mit dem nächsten Schritt überfahren werden.

[0037] In Fig. 2 ist  $S_1 = 150$ ,  $S_2 = 60$  und  $S_1/S_2 = 2.5$ . Mit der Konstante 0.05 ergibt sich bei einer Fokusstellung nahe 1 (kürzeste Zielweite) ein Fokussierweg von 0.12, der mit dem nächsten Schritt überfahren werden kann.

[0038] Bei einer Fokusstellung nahe 0 (Unendlich) ergibt sich trotz extremer Defokussierung nur ein kleiner möglicher Betrag für den Fokussierweg. Hierbei hat es sich nämlich gezeigt, daß mit Hilfe des Kriteriums  $S_1/S_2$  zielweitenabhängig entschieden werden kann, ob bis zur nächsten Messung ein großer oder ein kleiner Fokussierweg zurückgelegt werden kann, ohne den Fokus dabei zu überfahren. Das Flußdiagramm dazu ist in Fig. 4 dargestellt.

[0039] Die Tatsache, daß in die Regel (7) nicht die Signalamplitude, sondern das Verhältnis  $S_1/S_2$  eingeht, hat den Vorteil, daß die Regel (7) amplitudenunabhängig ist. Daher kann sie schon angewendet werden, bevor eine optimale Belichtungsregelung erfolgt ist. Somit können die Berechnungen und Fokussierungsänderungen der Glieder für den Autofokus schon während der Belichtungsregelung erfolgen.

[0040] Das für die nachfolgende Feinfokussierung erforderliche Verfahren und ein weiterer, dabei benutzter Rechenwert werden anhand der Fig. 3 erläutert, welche wiederum dasselbe Objekt wie in Fig. 1 und 2, aber in fokussiertem Zustand, zeigt. Die Meßkurve 20 enthält dunkle Bereiche 21 und helle Bereiche 22, die durch Kanten 23 getrennt sind. Die Kanten erstrecken sich nur über wenige Pixel des Bildes. Die Pixel 24, 25, 26 und 27 der Kante 23 sind in Fig. 3 eingezeichnet.

[0041] Die Pixel 24 bis 27 haben in dieser Reihenfolge die Signale:

$$24: Y_{860} = 189; 25: Y_{861} = 170; 26: Y_{862} = 135 \text{ und } 27: Y_{863} = 115.$$

[0042] Die dritte, für den Fokussiervorgang wesentliche Funktion sei die Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) aus jeweils vier Pixeln und einer idealen Dunkel-Hell-Kante mit den Signalen (+1; +1; -1; -1).

[0043] Sie wird nach folgender Gleichung gebildet:

$$KKF(i) = Y_i + Y_{i+1} - Y_{i+2} - Y_{i+3} \quad (8)$$

[0044] Im Beispiel der Kante 23 ergibt sich für  $KKF(860)$  5  
 = 109. In der aus der DE 195 00 817 bekannten Weise wird  
 die KKF pixelweise gebildet. An Stellen eines lokalen Ma-  
 ximums dieser Funktion ergeben sich Kanten im Meßbild,  
 die jeweils im Bereich der Pixel  $Y_{i+1}$  und  $Y_{i+2}$  liegen. Die  
 genaue Lage wird anschließend durch Interpolation ermit- 10  
 telt.

[0045] Für den Vorgang der Fokussierung ist wesentlich,  
 daß die KKF ein Maß für den Bildkontrast ist. Aus den  
 KKF-Maxima kann eine Bezugsfunktion gebildet werden,  
 die es gestattet, Aussagen über den Fokussierzustand zu ma- 15  
 chen. Es ist zweckmäßig und am einfachsten, als Bezug-  
 funktion den Maximalwert der KKF im ganzen Bildfeld zu  
 verwenden. Mit etwas größerem Aufwand könnte ebenfalls  
 als Bezugsfunktion der Mittelwert aus den lokalen Maxima  
 der KKF verwendet werden. Im folgenden wird die so gebil- 20  
 dete Bezugsfunktion als  $KKF_{MAX}$  bezeichnet.

[0046] Der weitere Fokussiervorgang besteht darin, die  
 Funktion  $KKF_{MAX}/S_2$  zu maximieren. Es ist zweckmäßig,  
 abhängig von der Größe der Funktion  $KKF_{MAX}/S_2$  den Fo- 25  
 kussierweg entweder auf die doppelte Tiefenschärfe einzu-  
 stellen, solange  $KKF_{MAX}/S_2 < 0.5$  ist. Bei Überschreiten des  
 Wertes 0.5 wird dann der Fokussierweg bis zur nächsten  
 Messung auf die Tiefenschärfe begrenzt. Der Ablauf des Fo-  
 kussiervorganges ist als Flußdiagramm in Fig. 5 dargestellt.

[0047] Der Fokussierweg kann dabei gemessen werden 30  
 oder auch durch eine geeignete Steuerung des Fokussiermo-  
 tors, z. B. eines Schrittmotors, ohne Messung mit hinrei-  
 chender Genauigkeit eingestellt werden.

[0048] Um das Maximum von  $KKF_{MAX}/S_2$  zu finden, sind  
 dann, wenn es einmal überfahren wurde, im allgemeinen 35  
 drei Messungen in der Nähe des Maximums ausreichend. Im  
 einfachsten Fall ist das Maximum der größte Wert von  
 $KKF_{MAX}/S_2$  dieser drei Messungen. Mit etwas erhöhtem  
 Aufwand kann ein die Lage des Maximums auch mit höhe- 40  
 rer Auflösung zum Beispiel durch parabolische Interpol-  
 ation aus den drei Meßwerten berechnet werden. Derartige  
 Verfahren sind bekannt und daher nicht näher beschrieben.

[0049] Die bezüglich der Fokussierung lautenden Regeln  
 sind zusammenfassend in Fig. 4 und 5 dargestellt. Fig. 4  
 zeigt, daß die Regel (7) angewendet wird, bis entweder die 45  
 Fokussstellung  $< 0.1$  ist, oder  $S_1/S_2$  einen Wert von 1.4 unter-  
 schreitet.

[0050] Fig. 5 zeigt, daß, wenn eine der obigen Bedingun-  
 gen erfüllt ist,  $KKF_{MAX}/S_2$  gebildet wird. Die Schrittweite  
 wird auf die Tiefenschärfe begrenzt, sobald  $KKF_{MAX}/S_2 > 50$   
 0.5. Anschließend erfolgt das Einfahren bis zum Maximum  
 $KKF_{MAX}/S_2$ .

[0051] Die Erfindung ist nicht auf das vorstehende Bei-  
 spiel begrenzt. Die für Entscheidungen gewählten Konstan- 55  
 ten können andere Werte annehmen, die optimal an das je-  
 weilige optische System angepaßt sind. Die in der Fig. 5 an-  
 gegebenen Schrittweiten für die Fokussierung können auch  
 andere Werte annehmen, so die ganze und halbe Tiefen-  
 schärfe. Anstelle der KKF kann auch eine andere stark kon-  
 trastabhängige Funktion verwendet werden. Es ist auch 60  
 möglich anstelle von  $KKF_{MAX}/S_2$  als Entscheidungskrite-  
 rium die Funktion  $KKF_{MAX}$  zu verwenden, nur muß dann  
 gesichert sein, daß sich die Belichtung während des Foku-  
 siervorgangs nicht mehr ändert.

Fernrohre von Vermessungsgeräten, mit Bildsensoren,  
 die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auf-  
 lösen, wie CCD-Zeilen und/oder -Matrizen sowie  
 CMOS-Bildsensoren,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß ausgehend von dem Pixel, das der optischen Achse  
 am nächsten gelegen ist, die lokale Signalamplitude  
 aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal bis  
 zum nächsten lokalen Maximum und Minimum be-  
 rechnet wird,

daß solange diese lokale Signalamplitude wesentlich  
 kleiner ist, als das maximale Signal und sich das Fo-  
 kussierglied des Fernrohrobjektives in Fokussierstel-  
 lung für kurze Zielweiten befindet, dieses Fokussier-  
 glied in großen Schritten verschoben wird,

daß je nach Größe der lokalen Signalamplitude im Ver-  
 hältnis zum Maximalsignal und der Lage (Position) des  
 Fokussiergliedes im Bereich größerer Zielweiten die  
 Schrittweite verkürzt wird,

daß bei einer bestimmten Größe der lokalen Signalam-  
 plitude im Verhältnis zum Maximalsignal zusätzlich  
 die Kreuzkorrelationsfunktionen (KKF) jeweils aus ei-  
 nigen Pixeln des Signals und geeigneten Vergleichs-  
 strukturen gebildet werden

und daß bei einem bestimmten Verhältnis einer aus der  
 KKF gebildeten Bezugsfunktion zur lokalen Signalam-  
 plitude eine mit der optischen Tiefenschärfe vergleich-  
 bare Schrittweite gewählt und auf das Maximum der  
 KKF fokussiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
 daß für Bilder von zweidimensionalen Bildemp-  
 fängern die Berechnungen in Richtung der Zeilen, der  
 Spalten oder gleichzeitig in beiden Richtungen durch-  
 geführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
 daß der Fokussierweg bis zur nächsten Messung  
 als Produkt aus dem Verhältnis des maximalen Signals  
 zur lokalen Signalamplitude, der Fokussstellung in Be-  
 zug auf die Stellung bei Fokussierung auf unendlich  
 und einer Konstante ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
 daß als Vergleichsstruktur für die KKF eine ideale  
 Kante vorgesehen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
 daß als Bezugsfunktion das Maximum der KKF  
 verwendet wird.

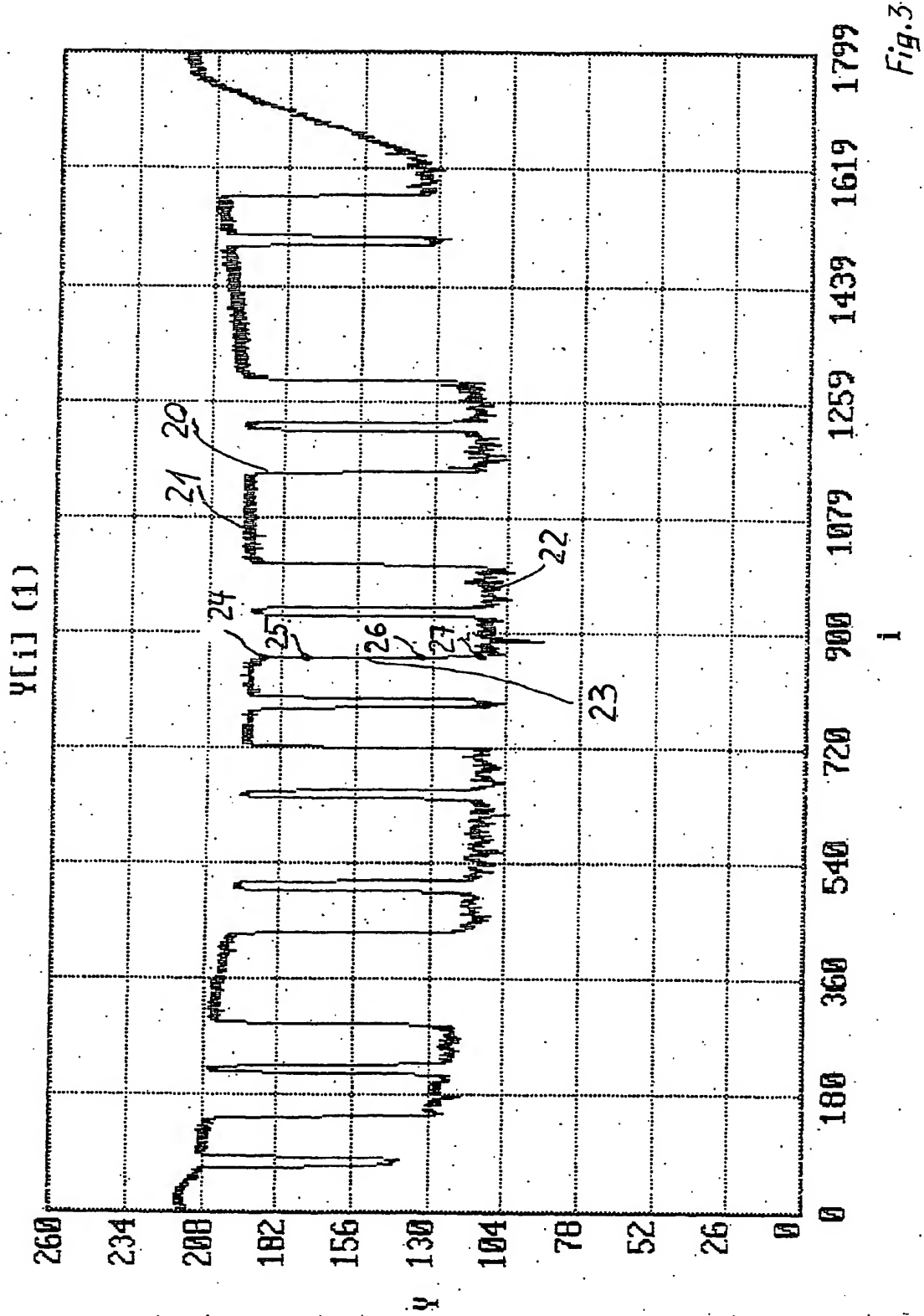
---

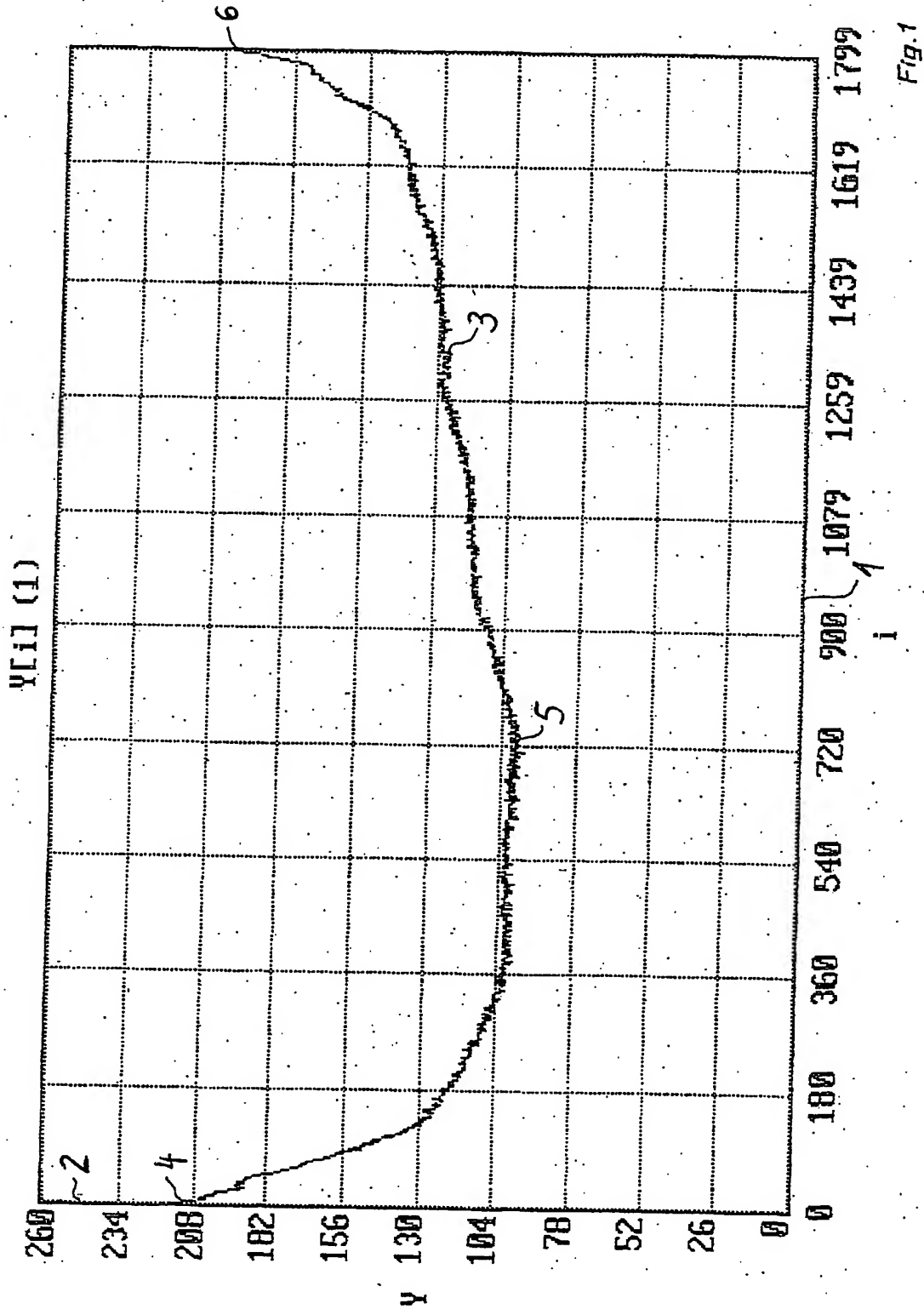
Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für





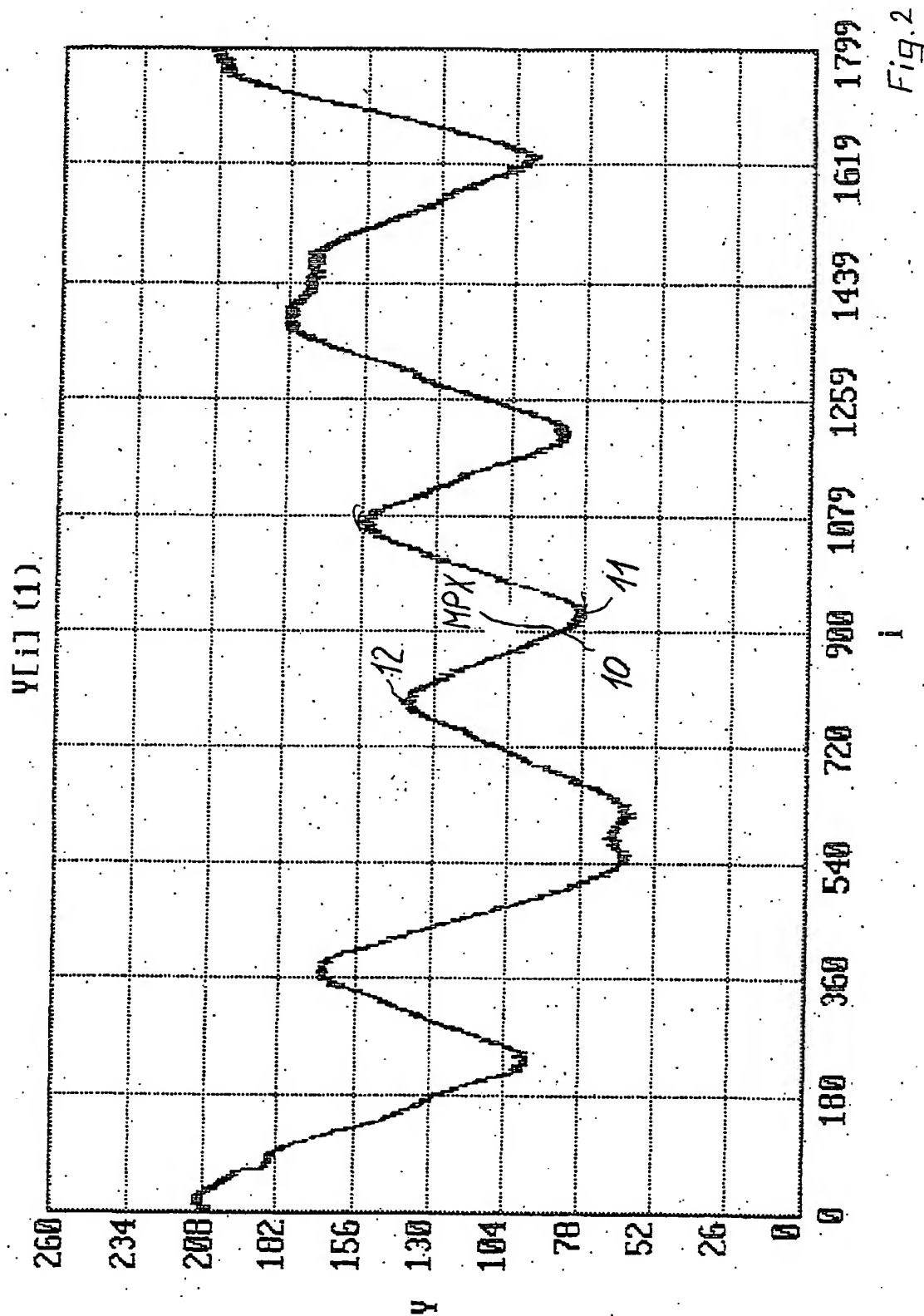


Fig. 2

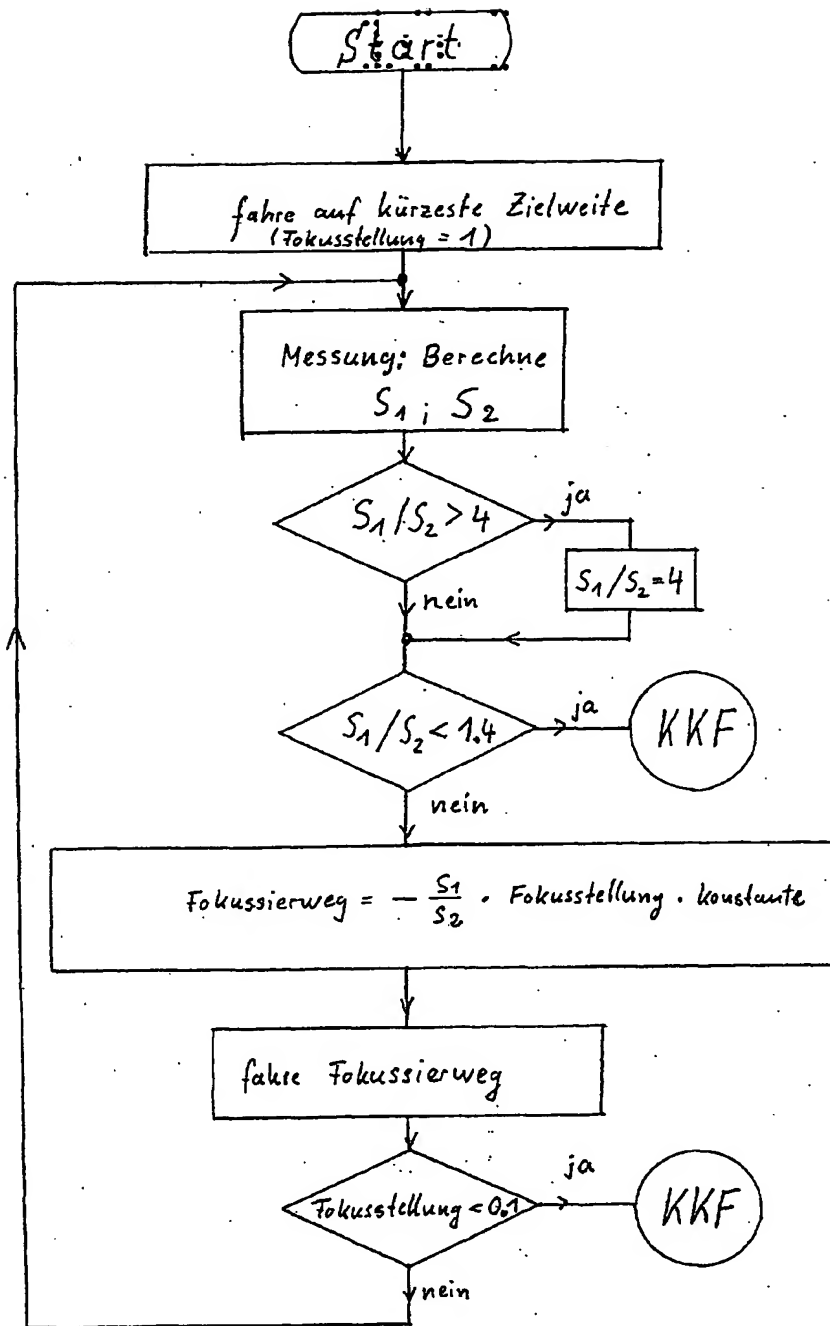


Fig. 4



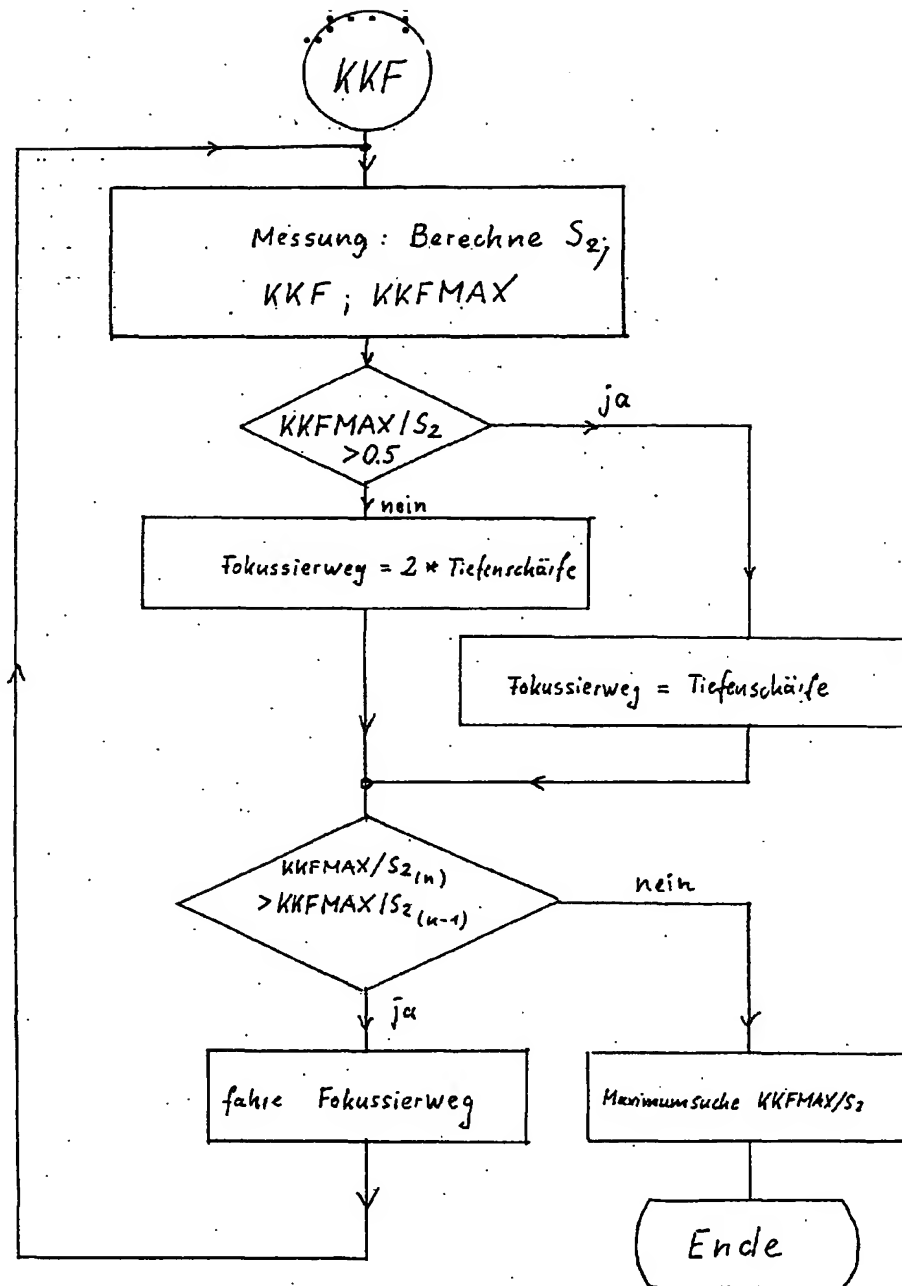


Fig.5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**